

# 近距離無線通信規格 ZigBee の概要とアプリケーション作成の実際

波多野 祥二

ここでは、低コスト、低消費電力の近距離無線通信規格として注目が集まっている ZigBee の概要、およびアプリケーション作成の方法について解説する。提供されているプロファイルを利用できる場合は、パラメータの設定とユーザ・コードの追加程度でソフトウェアを開発できる。ここではパブリック・プロファイルである HCL(Home Control Lighting)プロファイルを利用して、照明制御のためのソフトウェアを作成する。(編集部)

ZigBee<sup>注1</sup>は、2.4GHz と ISM(Industrial Scientific Medical)バンド<sup>注2</sup>を利用する近距離無線プロトコルとして提案されています。その下層(PHY<sup>注3</sup>, MAC<sup>注4</sup>)については、IEEE 802.15.4 をベースに、ネットワーク層、アプリケーション・サブ層、アプリケーション層までを ZigBee Alliance<sup>注5</sup> が中心になって規定し、管理しています。

ZigBee は、Bluetooth と比較・検討されることが多いようです。しかし、ZigBee は Bluetooth と競合するアプリケーション領域を対象としているわけではありません。Bluetooth 通信では対応が難しく、多数のノード(何百~何千)からなり、コイン型電池のような小容量のバッテリーで長時間(何十時間~何十カ月)動作させる必要がある、比較的低速の無線ネットワーク・システムの市場をターゲットとしています。

ZigBee の特徴や機能の詳細については、解説書も出版されており、ZigBee SIG Japan<sup>注6</sup> が仕様書の日本語訳も配布しています。しかし、日本市場においては、「名前は聞かし、何やら低消費電力化が可能らしいが、何なのかよく分からない」というのが、多くの設計技術者の実感ではないでしょうか。

ZigBee を使うことはそれほど難しくありません。ZigBee プロトコルが動作する基盤となる IEEE 802.15.4 に準拠した RF IC は、Freescale Semiconductor 社や沖電気工業、Texas Instruments 社(TI 社)など、複数のメーカーが出荷しています。どのメーカーの RF IC も下層の IEEE 802.15.4 のプリミティブ<sup>注7</sup>をサポートする MAC 層ソフトウェアを RF IC とともに供給しています。また、モジュール・メーカーはこれらの RF IC とマイコンを載せたボードを提供しており、併せて ZigBee プロトコルを実現したスタック(通信用プロトコル処理ミドルウェア)も提供しています。

ZigBee プロトコル・スタック(以下、ZigBee スタック)は、複数のソフトウェア会社や半導体メーカーが供給しています。ここでは、現在もっともポピュラに使われている Figure 8 Wireless 社(買収され、現在は TI 社)の ZigBee スタック「Z-Stack」を例に、実際のアプリケーションの開発をどのように行うのかを説明していきます。

## 1. ZigBee サンプル・アプリケーション

ここでは、TI 社の RF IC「CC2420」を用いたサンプル・

注1: Bee(ハチ)が ZigZag(ジグザグ)に動く様子がメッシュ・ネットワークなどの複雑なネットワーク構成に似ていることから、このように命名されたと言われている。

注2: 免許なしで利用できる周波数帯。無線 LAN やコードレス電話、電子レンジなど、産業用、科学用、医療用機器などが共通に利用している。日本、米国、欧州など、世界各国でほとんど共通に利用されている周波数帯は、2.4GHz 帯のみである。従って、「2.4GHz 帯」と表現される場合もある。

注3: Physical Layer の意味。物理層と訳される。

注4: Media Access Control Layer の意味。OSI 7 層モデルにおけるデータリンク層にほぼ一致する。

注5: 米国カリフォルニア州に所在する非営利団体。IEEE で規格化された IEEE 802.15.4 を物理層として、ネットワーク層とアプリケーション・インターフェースの標準化に取り組む。ホームページの URL は「<http://www.zigbee.org/>」。

注6: ZigBee Alliance の下部組織。日本市場における ZigBee の普及、および仕様を発展させるために、三つのワーキング・グループを設置し、活動している。ホームページの URL は「<http://www.zbsigj.org/>」。

注7: 通信仕様などに定める基本動作を実現するもの。MAC では、API(Application Program Interface)関数の形でサポートされる場合が多い。



写真1

### CC2420 ZigBee DK Development Tool

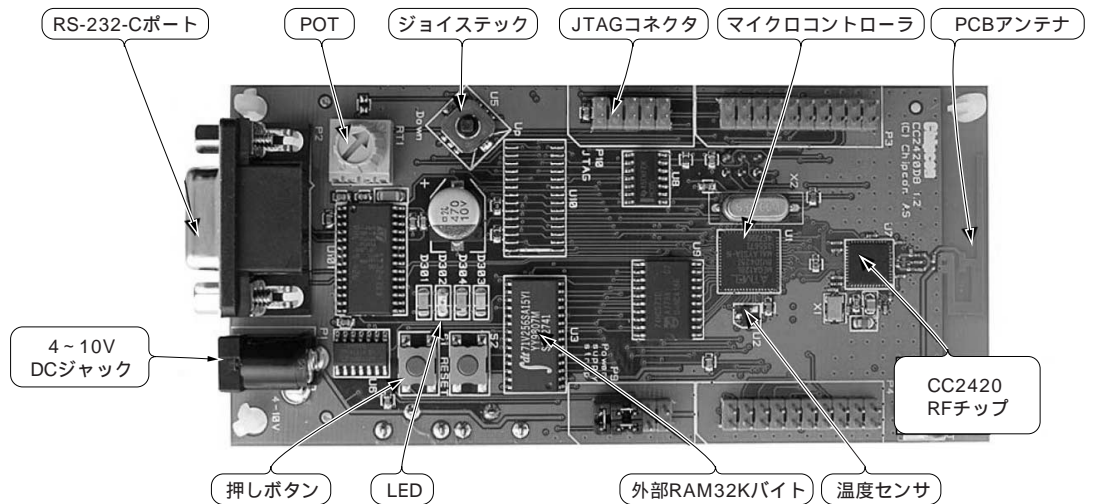
TI社のRF IC「CC2420」を用いたZigBeeネットワーク開発用に同社が供給しているツール。CC2420DBボード5枚、CC2420EB+CC2420EMボード1枚、JTAG ICE「AVR」、接続用ケーブル、電源などから構成される。また、Atmel社のマイコンであるATMEGA128用のソフトウェア開発統合環境「Programmers Notepad」やプロファイル設計ツール「Profile Builder」、バインド環境構築ツール「Configurator」、空中(Air)のバケットをモニタするスニファ・プログラム、CC2420EBに実装されたATMEGA128内部のフラッシュROMへの書き込みツール(Flash Programmer)などが収録されたCD-ROMが付属する



写真2

### CC2420DB ボード

このボードは、RF IC「CC2420」、制御用マイクロコントローラ「ATMEGA128」のほか、インターフェイス用のJTAGコネクタ、RS-232-Cコネクタなどを搭載している。これらのコネクタを介して、Atmel社のJTAG ICE(AVR)やホスト・パソコンと接続される。また、HCLプロファイルの評価用に、ジョイスティック(照明スイッチを模擬する)、LED(ランプを模擬する)、POT(調光ツマミを模擬する)などが搭載されている。なお、写真右端に見えるように、CC2420DBではアンテナをPCB(プリント基板)のパターンで実現している



システムを動作させることを考えます。CC2420の詳細については、TI社のWebサイトを参照してください<sup>注8</sup>。

プログラム開発にはメーカー提供の開発キットを利用  
プログラム開発には、同社の「CC2420 ZigBee DK Development Tool」を使用します(写真1)。このキットには、CC2420DBと呼ばれる開発ボード(写真2)が5枚、「CC2420EB+CC2420EM」と呼ばれる実装用ボード(写真3)が1枚含まれています。CC2420EB+CC2420EMにはスニファ・プログラム<sup>注9</sup>のほか、TI社が提供する参照用プログラム<sup>注10</sup>が同梱されています。これらは開発の際の補助ツールとして使用します。

開発ボードには、制御用マイコンとして、Atmel社のフラッシュROM内蔵マイコン「ATMEGA128」が搭載されています。JTAG端子により同社のマイコン開発ツールに接続されるほか、USB端子でホスト・パソコンに接続して

注8: ZigBee関連製品に関するTI社のホームページのURLは「<http://www.chipcon.com/>」。

注9: 空中(Air)を流れるバケットをすべてモニタし、ホスト・パソコンなどの画面上にグラフィックス化して示すなどの機能を持つプログラム。無線通信プログラムのデバッグにおいて常用される。

注10: RSSI(Receive Signal Strength Indicator)測定プログラムや、マイコンの電源電圧プログラムなど、実装時に参考になるプログラムがソース・コードで提供されている。

